

## STUDI PENDAHULUAN PEMBUATAN FOTOREAKTOR

Nugroho Tri Sanyoto, Toto Trikasjono, Damar

Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir – Badan Tenaga Nuklir Nasional

Jl. Babarsari PO BOX 6101/YKBB Yogyakarta 55281

Telp : (0274)489085; Fax : (0274)489715

E-mail: trisanoyotonugroho@yahoo.co.id

### ABSTRAK

**STUDI PENDAHULUAN PEMBUATAN FOTOREAKTOR.** Telah dilakukan studi pendahuluan pembuatan fotoreaktor yang digunakan untuk melakukan reaksi fotokimia photobiological dengan sistem panas dan penyinaran Ultra violet (UV). Sistem ini terdiri dari mikrokontroler ATmega16, keypad matriks  $3 \times 4$ , pemanas dan penampil LCD (Liquid Crystal Display). Suhu dibangkitkan dengan pemanas dapat diatur waktunya dengan menggunakan keypad. Tegangan analog yang dihasilkan oleh sensor suhu SHT11 dan sensor cahaya LDR (Light Dependent Resistor) diolah ADC (Analog to Digital Converter) pada mikrokontroler untuk dikonversikan menjadi nilai suhu dan intensitas cahaya yang terukur. Tampilan pada LCD  $16 \times 2$  untuk mempermudah pembacaan. Hasil pengujian alat digunakan sampel akrilamida cair dengan perlakuan panas dan penyinaran berubah menjadi gel.

Kata kunci: Fotoreaktor, suhu dan sensor, reaksi fotokimia *photobiological*

### ABSTRACT

**BEGINNING STUDY FOR MADE OF PHOTOREACTOR.** Performed preliminary studies photoreactor used to perform Photobiological photochemical reaction with heat and system Ultra violet radiation (UV). This system consists of a microcontroller ATmega16, matrix keypad  $3 \times 4$ , heating and viewer LCD (Liquid Crystal Display). The temperature was raised with heating time can be set using the keypad. Analog voltage generated by the temperature sensor light sensor SHT11 and LDR (Light Dependent Resistor) processed ADC (Analog to Digital Converter) on the microcontroller to be converted into values of temperature and light intensity were measured. Display on LCD  $16 \times 2$  for ease of reading. Results of testing tools used liquid acrylamide samples with heat treatment and irradiation turns into gel.

Keywords: photoreactor, temperature and sensor, photobiological photochemical reaction

### PENDAHULUAN

Penelitian ini merupakan kajian awal penggunaan teknik foto-oksidasi UV dan pemanas untuk mengolah limbah warna Akrilamida dalam sebuah fotoreaktor. Efek dari kedua variabel terhadap efektivitas penghilangan kandungan zat warna dalam limbah. Untuk itu diperlukan inovasi dan pengembangan teknologi sebagai solusi bagi pencemaran limbah industri, salah satunya dengan pengembangan teknologi dalam pengolahan limbah cair. Beberapa proses pengolahan limbah cair telah dilakukan seperti proses pengolahan secara kimia, fisika dan biologi. Pada penelitian ini menggunakan

sample berupa Akrilamida. akrilamida merupakan senyawa kristalin bening hingga putih dengan bobot molekul 71,09; tidak berbau; larut dalam air, metanol, etanol, dimetil eter dan aseton, serta tidak larut dalam benzen, heptan dan akrilamida dapat berpotensi kanker terhadap manusia [1]. Beberapa penelitian menunjukkan akrilamida dapat menyebabkan tumor dan kanker pada hewan percobaan. Akrilamida akan meleleh pada suhu  $87,5^{\circ}\text{C}$  dan mendidih pada suhu  $125^{\circ}\text{C}$ . Maka dibuatlah Photoreaktor yang diharapkan dapat dilakukan kajian lebih lanjut. alat ini digunakan untuk memproses suatu limbah industri dengan perlakuan panas



dengan suhu tertentu serta dengan waktu terbatas. Fotoreaktor membutuhkan sensor suhu dan sensor cahaya, mikrokontroler dan LCD sebagai penampil data.

## DASAR TEORI

Fotoreaktor adalah suatu alat yang dapat digunakan untuk memproses suatu limbah industri cair dengan perlakuan panas dan suhu tertentu serta paparan sinar ultra violet (UV)<sup>2</sup>. Alat ini dibuat dengan sensor suhu dan cahaya menggunakan SHT11 sebagai sensor suhu dan photodiode sebagai sensor cahaya, sedangkan mikrokontroler digunakan adalah ATmega 16, hasil dapat ditampilkan pada LCD (*Liquid Crystal Display*). Fotoreaktor menggunakan pemanas berupa elemen setrika sebagai media pemanas sedangkan media penyalurannya digunakan lampu UV sebagai pengganti dari cahaya sinar matahari.

### Sensor SHT11

Sensor tipe SHT11 merupakan multi sensor untuk kelembaban dan temperatur secara digital. Sensor tipe SHT11 menggunakan teknologi CMOS yang telah dipatenkan sehingga menjamin kestabilan dan reliabilitas yang tinggi<sup>[1]</sup>. Dalam chip ini terdiri dari *capacitive polymer sensing element* untuk *relative humidity sensor* dan *bandgap temperature sensor*. Keduanya dihubungkan pada 14 bit ADC (*Analog to Digital Conversion*) dan interface serial, di dalam chip itu sendiri. Output yang dihasilkan berupa sinyal, waktu respon yang cepat, tidak sensitif terhadap *external disturbance*, dengan harga yang kompetitif. Antarmuka 2-wire serial interface dan internal voltage regulation membuat sistem integrasi yang mudah dan cepat. Juga karena bentuknya yang kecil dan konsumsi powernya yang hemat, sensor ini merupakan pilihan yang baik. Sensor ini tersedia dalam dua tipe yaitu *surface-mountable LCC (Leadless Chip Carrier)* dan *pluggable 4-pin single-in-line*.

### Sensor LDR

Sensor cahaya adalah alat yang digunakan untuk merubah besaran cahaya menjadi besaran listrik yang dapat dengan mudah dianalisis besarnya<sup>[3]</sup>. Sensor cahaya yang digunakan dalam penelitian ini adalah LDR singkatan dari *Light Dependent Resistor*

adalah resistor yang nilai resistansinya berubah-ubah karena adanya intensitas cahaya yang diserap. LDR adalah salah satu jenis resistor yang dapat mengalami perubahan resistansinya apabila mengalami perubahan penerimaan cahaya. Besarnya nilai hambatan pada Sensor Cahaya LDR tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri. LDR sering disebut dengan alat atau sensor yang berupa resistor yang peka terhadap cahaya. Biasanya LDR terbuat dari cadmium sulfida yaitu merupakan bahan semikonduktor yang resistansinya berubah-ubah menurut banyaknya cahaya (sinar) yang mengenainya<sup>[4]</sup>. Resistansi LDR pada tempat yang gelap biasanya mencapai sekitar 10 M $\Omega$ , dan ditempat terang LDR mempunyai resistansi yang turun menjadi sekitar 150  $\Omega$ .

### Keypad 3x4

Tombol keypad matrik 3x4 adalah susunan dari beberapa buah saklar tekan (*push button*) yang disusun secara matrix<sup>[5]</sup>. Dipasaran terdapat beberapa jenis tombol keypad, dan yang sering digunakan diantaranya adalah tombol keypad 3 x 4.

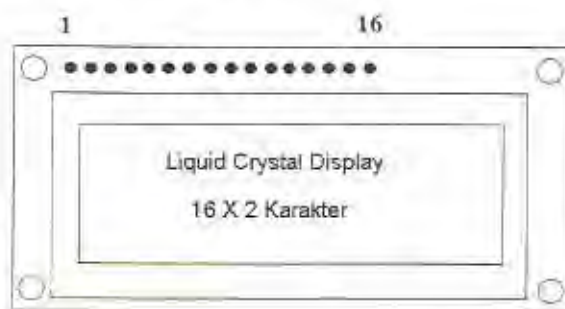
### Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan suatu terobosan teknologi mikroprosesor dan mikrokomputer yang merupakan teknologi semikonduktor dengan kandungan transistor yang lebih banyak namun hanya membutuhkan ruang yang sangat kecil. Lebih lanjut, mikrokontroler merupakan sistem komputer yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik, berbeda dengan PC (*Personal Computer*) yang memiliki beragam fungsi. Pada sistem komputer perbandingan RAM dan ROM nya besar, artinya program-program pengguna disimpan dalam ruang RAM yang relative besar, sedangkan rutin-rutin antar muka perangkat keras disimpan dalam ruang ROM yang kecil, sedangkan pada mikrokontroler, perbandingan ROM dan RAM kecil, artinya program kontrol disimpan dalam ROM (*bias Masked ROM* atau Flash PEROM) yang ukurannya relatif lebih kecil, sedangkan RAM digunakan sebagai tempat penyimpanan sementara, termasuk register-register yang digunakan pada mikrokontroler yang bersangkutan.



### LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD merupakan salah satu perangkat display yang umum dipakai dalam sebuah sistem instrumentasi<sup>[6]</sup>. Dengan LCD 16x2 baris, dapat menampilkan informasi dari sebuah pengukuran data sensor, menu pengaturan instrumen, ataupun yang lainnya. LCD tersusun dari dot matrik LCD controller, segmen driver serta LCD panel. Kontroler LCD telah terintegrasi dengan ROM/RAM pembangkit karakter atau CGRAM (*Character Generator RAM*) dan RAM data display atau DDRAM (*Display Data RAM*). Berikut adalah Gambar 1 LCD 16 x 2



Gambar 1. LCD 16 x 2

### Pemanas

Pemanas (*heater*) merupakan elemen elektronik yang berfungsi sebagai media pemanas mekanik setrika terdiri atas tiga komponen: bimetal, *heater*, dan lempengan plat besi pemanas. Gambar 2. *Heater* setrika



Gambar 2 *Heater* setrika

### Lampu Ultraviolet

Lampu UV banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari. Fungsi dari lampu ultraviolet bermacam-macam diantaranya ialah dalam kromatografi (menandai spot yang tidak dapat dilihat melalui sinar tampak). Gambar 3 merupakan Lampu UV



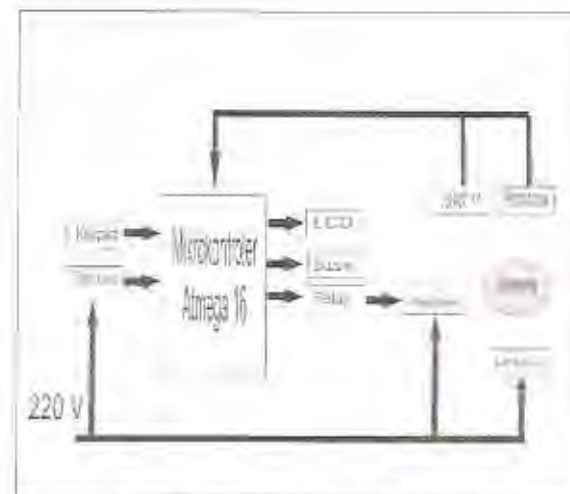
Gambar 3. Lampu UV

Lampu UV memancarkan sinar Ultraviolet yang memiliki kemampuan untuk mempengaruhi fungsi sel makhluk hidup dengan mengubah materi inti sel atau DNA, sehingga makhluk tersebut mati. Jenis lampu ultraviolet tersebut dengan panjang gelombang 200-260 nm atau lebih dikenal dengan UV C.

### METODE

#### Blok diagram fotoreaktor

Blok diagram alat Fotoreaktor dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Blok diagram alat

#### Cara kerja

Suhu diatur menggunakan keypad 3x4 yang diolah oleh mikrokontroler ATmega16 sebagai batasan suhu ruangan photoreaktor. Tegangan analog yang dihasilkan oleh sensor suhu menjadi masukan ADC bagi mikrokontroler, nilai ADC ini diolah mikrokontroler untuk dikonversikan menjadi suhu. Hasil konversi dari sensor ditampilkan ke LCD. Sebagai penampil dari suhu, intensitas cahaya dan timer di dalam photoreaktor digunakan LCD dengan 16 x 2 karakter.

Keypad merupakan masukan bagi mikrokontroler yang berupa kode-kode digital yang dikonversikan oleh mikrokontroler ke dalam kode desimal maupun ASCII untuk mengisi data angka maupun simbol. Sebuah keypad memiliki tombol yang mempunyai fungsi sesuai dengan pengaturan pembuat alat. Rangkaian sensor suhu dan sensor cahaya dipasang sebelum data masuk ke mikrokontroler. Rangkaian ini berfungsi untuk menguatkan tegangan keluaran sensor suhu dan sensor cahaya dengan menggunakan IC SHT 11 agar dapat dibaca oleh ADC dikarenakan adanya jarak sensor dengan minimum sistem. Pemanas merupakan penghasil panas di dalam Fotoreaktor. Pemanas dikendalikan mikrokontroler dengan menggunakan relay sehingga apabila suhu di dalam Fotoreaktor melebihi batas suhu yang diinginkan maka mikrokontroler akan memberi perintah pada relay untuk mematikan pemanas. Relay akan menghidupkan pemanas apabila suhu di dalam fotoreaktor dibawah suhu yang diinginkan.

#### Perancangan Perangkat keras

Rancangan perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 5. Rangkaian elektronik dari fotoreaktor dan Gambar 6 Fotoreaktor yang dibuat.



Gambar 6 Fotoreaktor

Keterangan gambar :

1. Penampil LCD
2. Tombol Reset
3. Tombol Power Lampu on/off
4. Tombol Keypad
5. Tempat Sample
6. Tombol Power on/off mikrokontrol

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian yang dilakukan pada alat dengan meliputi beberapa bagian, yaitu pengujian sensor suhu, pengujian heater, pengujian intensitas cahaya, pengujian hubungan intensitas cahaya dengan daya, pengujian hubungan suhu dengan waktu dan pengujian terhadap suatu sampel.

##### 1. Pengujian Sensor Suhu

Sensor suhu diujikan dengan membandingkan sensor suhu SHT11 dengan thermometer digital Sanwa model DMM PC 520. Tampilan sensor suhu SHT11 dengan thermometer digital Sanwa model DMM PC 520. Hasil pengujian terdapat pada tabel 1

Tabel 1. Hasil uji SHT 11 dibanding dengan DMM PC500

No	Sht 11( °C)	Thermometer digital DMM
1.	33,96	32
2.	38,79	38
3.	47,20	47
4.	60,05	60
5.	73,03	73
6.	83,03	83
7.	86,50	86
8.	85,53	83
9.	85,51	85
10.	86,73	86

Gambar 5. Rangkaian Elektronik



## 2. Pengujian Sensor Cahaya

Pengujian sensor cahaya dilakukan dengan membandingkan sensor cahaya yang digunakan pada fotoreaktor yaitu LDR dengan alat pembanding yang standar yaitu Lux meter model 407026 dari Extech Instrument. Data hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 hasil uji LDR dengan LUX Meter.

Time	Lux Meter (Lux)	LDR (Lux)
1	44	43
2	44	43
3	43	43
4	45	43
5	45	43
6	45	43
7	44	43
8	45	43
9	44	43
10	45	43

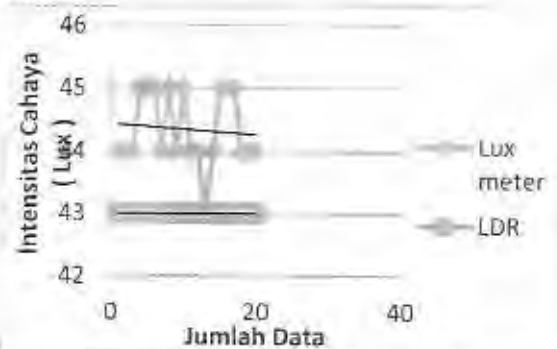
Tabel 2. Terdapat perbedaan antara nilai yang terukur pada Lux meter dengan nilai yang terukur oleh LDR, hal ini dikarenakan perbedaan kualitas sensor yang digunakan. LDR merupakan sensor cahaya yang digunakan didalam penelitian ini sedang Lux meter pabrikan. Perbedaan ini dapat menyebabkan nilai pengukuran yang berbeda, karena tingkat kesensitifan dan respon terhadap cahaya yang mengenai kedua sensor ini pun berbeda. Luas penampang akan berpengaruh terhadap nilai intensitas cahaya. Semakin besar luas penampang sensor akan membuat sensor semakin banyak menyerap cahaya yang mengenainya. Sebaliknya, semakin kecil penampangnya maka semakin sedikit sensor menyerap cahaya. Sensor yang digunakan pada alat pembanding memiliki luas penampang yang lebih besar dibandingkan dengan luas penampang yang digunakan di dalam penelitian.

## 3. Pengujian Intensitas Cahaya dan Daya

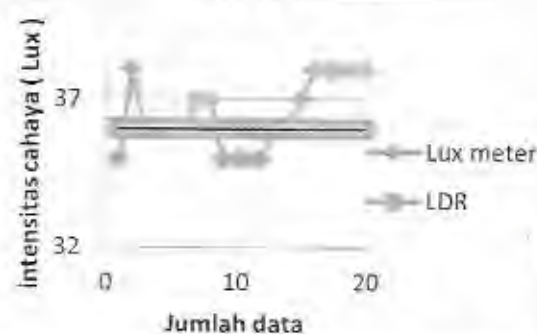
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan intensitas cahaya terhadap perubahan daya. Daya disini merupakan daya yang berasal dari tiga buah

lampu UV di dalam fotoreaktor. Lampu memiliki daya 30 watt, lampu memiliki daya 60 watt, dan lampu daya 90 watt.

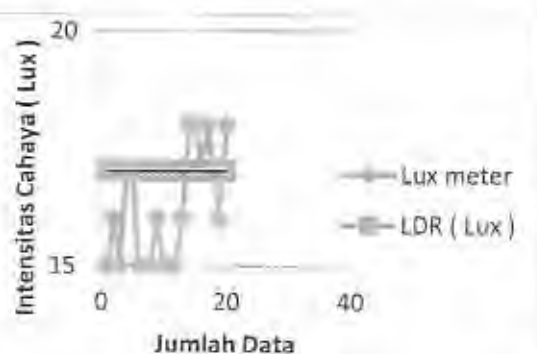
Gambar 7 adalah merupakan gambar dari hasil ukur antara LDR dengan Lux meter pada lampu 90 watt. Gambar 8. Adalah merupakan gambar dari hasil ukur pada lampu 60 watt dan Gambar 9 hasil ukur pada lampu 30 watt



Gambar 7. Hasil pengujian sensor terhadap daya 90 watt



Gambar 8. Hasil pengujian sensor terhadap daya 60 watt



Gambar 9. Hasil pengujian sensor terhadap daya 30 watt

## 4. Pengujian Sensor Suhu dengan Waktu

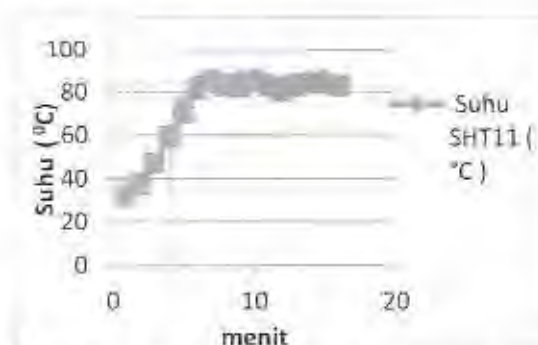
Pengujian pemanas bertujuan untuk mengetahui waktu panas yang diperlukan dan panas maksimal yang dihasilkan oleh pemanas dalam fotoreaktor. Thermometer digital Sanwa

model DMMPC 520 sebagai pembanding penunjukkan suhu. Pengujian dilakukan dengan mengamati berapa lama waktu yang dibutuhkan pemanas untuk mencapai suhu maksimalnya. Posisi kedua sensor tersebut diletakkan secara vertikal pada dinding *chasing*. Tabel 3 adalah data hasil pengujian suhu dari Sensor SHT 11 serta suhu yang diukur thermometer digital Model DMM PC 520

Dari tabel 3 ternyata hasil ukur dari sensor SHT11 dan thermometer digital Model DMM PC 520 untuk mencapai suhu yang bersamaan pada menit ke 6, akan tetapi hasil akhir dari data pengujian yang diperoleh suhu maksimal pada sensor SHT 11 adalah 86,73°C sedangkan pada thermometer digital model DMM PC 520 adalah 85°C

Tabel 3. Hasil uji Sensor

No	Suhu SHT11 (°C)	Thermometer waktu digital model DMM PC 520 (°C)	
1	33,96	32	00.00.59
2	38,79	37	00.01.59
3	47,20	47	00.02.59
4	60,05	59	00.03.59
5	74,03	70	00.04.59
6	83,03	81	00.05.59
7	86,50	85	00.06.59
8	83,53	83	00.07.59
9	85,51	82	00.08.59
10	86,73	85	00.09.59
11	83,86	83	00.10.59
12	82,51	80	00.11.59
13	84,39	83	00.12.59
14	86,02	84	00.13.59
15	86,17	84	00.14.59



Gambar 10. Hasil uji sensor dengan waktu

## 6. Pengujian Sample Terhadap Panas dan sinar

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada sample, yang dimasukan pada ruang dalam fotoreaktor. Sample yang digunakan dalam penelitian ini adalah Akrilamida dengan dicampurkan *methylene orange* sebagai indikator warna. Pada pengujian ini sample diletakkan dalam fotoreaktor dengan cara perlakuan panas dan penyinaran, Gambar 10(A) merupakan sampel berupa cairan berwarna merah sebelum di uji pada fotoreaktor, sedangkan pada Gambar 10 (B) Hasil uji coba berupa gel, pada saat sampel diperlakukan panas pada suhu mencapai 54,83 °C dan keadaan lampu UV nyala semua atau dengan daya 90 watt lampu. Gambar 10(C) adalah hasil dari uji coba berupa gel yang tidak berwarna (bening).

Dari hasil percobaan tersebut alat fotoreaktor dapat mendegradasikan warna suatu sampel dari warna semula merah menjadi bening tak berwarna dan perubahan wujud sampel dari cair menjadi padat menyerupai gel. Hal ini disebabkan panas dan penyinaran pada fotoreaktor memiliki energi yang dapat mengubah suatu sampel dari wujud cair menjadi padat (berupa gel). Pada saat pengujian sampel diperlakukan panas dan penyinaran suhu dalam fotoreaktor mencapai 54,83 °C pada keadaan lampu UV nyala semua dengan daya 90 watt lampu, sehingga mempercepat perubahan reaksi yang dialami pada suatu sampel materi.





A. Sampel akrilamida cair



B Akrilamida menjadi gel



C. Akrilamida Gel dan bening

Gambar 11. Sample Akrilamida dengan dicampurkan methylene orange

2. Lakafin Pratama, Tugas akhir judul "Rancang bangun photoreaktor berbasis mikrokontroler".(2011).
3. (*Hyperlink reference not valid*), Diakses pada tanggal 3 Januari 2013,22.30.
4. Anonim,(<http://elektronikadasar.web.id/komponen/sensor-transducer/sensor-cahaya-ldr-light-dependent-resistor/>). Diakses pada tanggal 20 Juni 2013, 21.30.
5. <http://deoebp.blogspot.com/2011/08/keypad-3x4-atmega16.html>).Diakses pada tanggal 3 Januari 2013, 21.00.
6. Heri Andriant, Pemrograman Mikrokontroler AVR Atmega 16 Menggunakan Bahasa C. Informatika , Bandung. (2010).

## KESIMPULAN

Dari hasil percobaan tersebut alat fotoreaktor dapat mendegradasikan warna suatu sampel dari warna semula merah menjadi bening tak berwarna dan perubahan wujud sampel dari cair menjadi padat menyerupai gel pada suhu 54,83 °C. Panas maksimal alat yang dapat dicapai adalah 86,17°C pada menit ke 14.59.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Tedi Hudaya, Hendy Kartawijaya, dan Yulia, Pengolahan Limbah Cair Warna Tekstil yang Bersifat Non-biodegradable dalam Multi-lamp Bubble Column Photoreactor, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan", Yogyakarta. (2010).